

A nitrogénműtrágya-adagok becslése a talaj nitráttartalmának mérése alapján

BUZÁS ISTVÁN

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

Az intenzív növénytermesztés megkívánja a műtrágyák nagyarányú felhasználását, mert a növekvő termékek egyre nagyobb tápanyagmennyiségeket vonnak ki a talajból. A nagyadagú műtrágyázás viszont környezetvédelmi problémákat vet fel. Közismert, hogy elsősorban a nitrogénműtrágyák környezetszennyező hatásával kell számolnunk, de gyakran — különösen a felszíni vizek eutrofizációjánál —, a foszfor is azonos jelentőséget kap. A kálium környezetszennyező hatását — speciális esetektől eltekintve — jelenleg még nem tekintjük veszélyesnek.

Amíg a nitrogén elsősorban a nitrátformában való kimosódással valódi oldat alakjában szennyez, addig a foszfor gyakorlatilag mindig szilárd anyaghoz kötődve fejt ki környezet-szennyező hatását. Jelentősége a felszíni vizek minőségromlásában az utóbbi időben különösen megnőtt. Amíg korábban egyértelmű volt, hogy az eutrofizáció mértéke a vizekbe jutott nitrogén mennyiségével egyenes arányban nő, addig ma a foszfor legtöbbször a döntő tényező.

Az intenzív növénytermesztés és a környezetvédelem azonban nincs antagonisztikus ellentmondásban egymással. Ezt a talajvizsgálati módszerek, valamint a növényvizsgálatok elterjedése, a technikai fejlődés, a számítógépes szaktanácsadási módszerek alkalmazása tette lehetővé. Ellentmondás csak akkor van, ha az intenzív növénytermesztés szakszerűtlen műtrágyázással párosul. Növénytermesztésünk első fellendülő szakaszára, amely gyakorlatilag 1976—77-ig tartott, túlnyomóan az extenzív fejlődés volt a jellemző, akár a műtrágya-felhasználást, akár a mezőgazdasági termékek minőségét tekintjük.

Az extenzív szakasznak szükségszerűen intenzív fejlődésbe kellett átmennie, mivel a 70-es évek elejétől kezdve az extenzív fejlesztési mód káros hatásai egyre erőteljesebben jelentkeztek. A szakszerű és környezetkímélő műtrágyázás lényege könnyen megfogalmazható: csak annyi műtrágyát kell kiadni, amennyire az adott helyen az alkalmazott termesztéstechnológiai körülmények között a várható (tervezett) termés eléréséhez szükség van. A megoldás viszont elvileg és gyakorlatilag egyaránt rendkívül bonyolult.

Nem köztudott, és teljes nyíltsággal csak kevesen ismerik be, hogy a már több évtizede alkalmazott talajvizsgálatok a közelmúltig egyáltalán nem voltak alkalmasak arra, hogy segítségükkel nitrogénműtrágyázási szaktanácsot adjunk. Így az a helyzet állt elő, hogy esetenként már a mikroelemekre is pontosabb és megbízhatóbb műtrágyázási szaktanácsot tudtunk adni, mint a nitrogénre. Ezt az ellentmondást az utóbbi években az energiaválság, valamint a környezetvédelem előtérbe kerülése tette különösen élessé, hiszen közismert, hogy pontosan a nitrogénműtrágya az, melynek előállításához a legtöbb energiát igényli, amely a legkönnyebben válik környezetszennyezővé, amelynek hiánya vagy többlete a legnagyobb

terméskiesést és a legnagyobb minőségi problémákat okozza. Elkerülhetetlen volt tehát, hogy a kutatás a korábbinál intenzívebben foglalkozzon a nitrogénműtrágyázás kérdéseivel. A feladat növénytermesztési és környezetvédelmi szempontból is gyakorlatilag két fő mozzanatra osztható:

1. A nitrogénműtrágya-igény meghatározása a műtrágyázni kívánt helyen;
 2. A nitrogénműtrágyázás módja (kijuttatás ideje, bemunkálás módja stb.).
- Jelen előadásban csak az első kérdéssel foglalkozunk.
- A műtrágyaigény kiszámításának feltétele, hogy ismerjük
- a növény nitrogénigényét,
 - a talaj nitrogénszolgáltató képességét.

A növény nitrogénigényének meghatározásakor figyelembe kell venni a termés mennyiségét és minőségét is. Vagyis, akkor járunk el helyesen, ha a termesztés céljának legjobban megfelelő minőségű mezőgazdasági termék nitrogénigényét számítjuk ki. Ha például a kenyérgabonánál a búza, ill. liszt minőségi mutatóit is figyelembe vesszük, nagyobb nitrogénigénnyel számolunk, mert a nitrogéntápanyag relatív bősége a búza esetén minőségjavító tényező. Fordított a helyzet például a cukorrépánál, ahol a répa minőségi mutatóit (cukortartalom, káros nitrogéntartalom stb.) is figyelembe véve lényegesen alacsonyabb nitrogénigényt kapunk, mintha csak a maximális gyökértermésre törekednénk, mivel a cukorrépánál a relatív nitrogénfelesleg minőségrontó tényező.

Hasonlóan összetett feladat a talaj nitrogénszolgáltató képességének meghatározása is. A talajban levő, a növények által könnyen felvehető nitrogén a talajban található összes nitrogén mennyiségének csak általában 1—3%-a. E nitrogén nagyobb része nitrát- és ammóniumionok formájában található. Kézenfekvő volt, hogy a talajok nitrogénszolgáltató képességét a nitrát- és ammóniumtartalom összegével jellemezzék. Azonban a könnyen felvehető nitrogénfrakcióknak az összes nitrogénhez viszonyított aránya, de ezen belül az ammónium- és nitrátionok egymáshoz viszonyított aránya is állandóan változik, gyakorlatilag a talajban lejátszódó mikrobiológiai, biokémiai folyamatoktól függ, és ennek megfelelően minden olyan körülmény befolyásolja, amely hatással van a mikrobiológiai tevékenységre.

Elvi kérdés az is, hogy a műtrágyaigény kiszámításához a valódi nitrogénszolgáltató képesség (vagyis a talaj által szolgáltatott felvehető nitrogénmennyiség) kvantitatív meghatá-

1. táblázat

Réti és homoktalaj $\text{NO}_3\text{-N}$ -tartalma (N kg/ha)

Talajréteg, cm	Őszi N-műtrágyaadag, N kg/ha						SzD _{5%}	F-próba
	0	60	120	180	240	300		
Réti talaj				Tavasszal				
0—30	2,0	5,8	5,1	23,3	29,1	31,6	17,7	**
30—60	1,1	1,6	2,2	6,0	11,5	23,0	11,4	**
0—60	3,1	7,3	7,4	29,3	40,6	54,5	22,5	**
Homoktalaj				Tavasszal				
0—30	4,3	30,0	60,3	80,0	89,3	100,2	23,0	**
30—60	4,3	48,2	75,0	99,0	108,7	101,0	31,0	**
0—60	8,6	78,2	135,3	179,0	198,0	201,2	54,0	***
				Ősszel				
0—30	3,3	5,2	20,9	16,0	51,0	41,4	28,4	*
30—60	2,1	4,2	15,3	23,6	37,0	33,0	19,7	*
0—60	5,4	9,4	36,2	39,6	88,0	74,4	42,6	**

rozására, vagy csak a nitrogénszolgáltató képesség jellemzésére (a lényegesen szolgáltatott könnyen felvehető nitrogénmennyiséggel arányos szám meghatározására) van szükség?

A megoldáshoz az alábbi kérdések megoldásán keresztül juthatunk el:

1. Lehetséges-e a talaj nitrogénszolgáltató képességének kvantitatív meghatározása? A talaj valójában csak az egyik oldala a meghatározásnak, figyelembe kellene venni a növény

2. táblázat

A talaj $\text{NH}_4\text{-N}$ -tartalma (N kg/ha) különböző N-műtrágyák és különböző N-műtrágyaadagok mellett réti és homoktalajon (0–60 cm)

Műtrágya	Nitrogén, kg/ha					Átlag
	60	120	180	240	300	
Réti talaj						
Ammónium-nitrát	11,0	21,6	20,9	22,6	22,5	19,7
Ammónium-szulfát	13,6	15,0	13,5	22,6	20,1	17,0
Karbamid	17,0	23,2	15,3	18,5	18,2	18,5
Folyékony ammónia	17,0	20,8	27,8	18,8	28,0	22,5
Átlag	14,7	20,1	19,4	20,6	22,2	19,4
Homoktalaj						
Ammónium-nitrát	29,4	27,4	24,0	25,3	24,7	26,2
Ammónium-szulfát	32,2	23,2	16,4	18,0	22,0	22,4
Karbamid	16,9	19,6	26,3	27,3	26,3	23,3
Pétisó	28,4	27,0	36,7	15,7	24,7	26,5
Átlag	26,7	24,3	25,9	21,6	24,4	24,6

Legkisebb szignifikáns különbségek

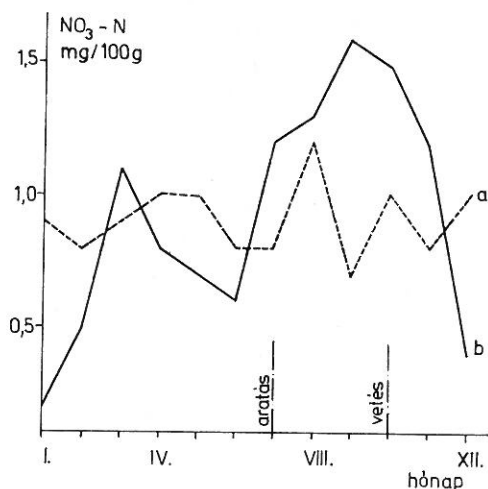
	P = 5% szinten		F-próba	
	réti talaj	homoktalaj	réti talaj	homoktalaj
Két műtrágya között	8,2	7,0	—	—
Két N-adag között	6,1	7,8	—	—

3. táblázat

Réti és homoktalaj $\text{NO}_3\text{-N}$ -tartalma tavasszal (N kg/ha) különböző N-műtrágyák esetén, a 60–300 kg N/ha-os adagokkal összesen N-műtrágyázott parcellák átlagában

Talajréteg, cm	Ammónium-nitrát	Ammónium-szulfát	Karbamid	Folyékony ammónia	SzD _{5%}	F-próba
Réti talaj						
0–30	96,6	92,9	97,8	98,0	10,8	—
30–60	58,8	46,8	47,7	45,4	18,6	—
0–60	155,4	139,7	145,5	143,4	34,1	—
Homoktalaj						
0–30	68,2	74,4	72,0	70,3	8,1	—
30–60	86,4	80,2	93,4	87,1	15,2	—
0–60	154,6	154,6	165,4	157,4	16,6	—

nitrogénhasznosító képességét is. Ez esetben viszont belép a tápanyag-potenciál és a tápanyag-intenzitás kérdése. Vagyis nemcsak az a fontos, hogy a növény által megkívánt nitrogén-mennyiség a talajban legyen, hanem az is, hogy a nitrogén olyan sebességgel váljon a növény számára felvehetővé, amilyen sebességgel ezt a növény az adott fejlődési fázisban megkívánja. Ha tehát megoldást keresünk, be kell látni, hogy a talajvizsgálatok segítségével a felvehető nitrogén mennyiségét csak jellemezni tudjuk, nem törekedhetünk kvantitatív meghatározására, hiszen gyakorlatilag sohasem vizsgáljuk a gyökerektől átgázrt teljes réteget, hanem csak a talajt a felső (25, 30, 60, 90 cm-es vagy esetleg még vastagabb) rétegével jellemezzük. Ez nemcsak a nitrogén, hanem a többi tápelem (P, K stb.) vizsgálatakor sem a talajban levő mennyiségüket határozzuk meg, hanem csak az ún. ellátottságot jelöljük valamilyen számmal vagy elnevezéssel (pl. jól, közepesen, gyengén ellátott).



1. ábra

A talaj NO₃-N-tartalmának változása az év folyamán, őszi búza elővetemény alatt. a) száraz mintából; b) nedves mintából

2. A N-szolgáltató képesség jellemzése lehetséges-e a talaj NO₃-N- és NH₄-N-tartalmával? Ha az NO₃-N vagy az NH₄-N meghatározásával kimutathatjuk a különböző műtrágyák hatását, akkor felhasználhatók az ellátottság jellemzésére. Azt tapasztaltuk, hogy az NO₃-N-tartalom a N-műtrágyaadagoknak megfelelően nő a kötött réti talajon és homoktalajon egyaránt (1. táblázat). A nitráttartalom növekedése még homoktalajon is kimutatható a műtrágyázás után egy évvel. Ezzel szemben az ammóniumionok mennyisége nem változott szignifikánsan a műtrágyázás hatására (2. táblázat). Mivel a felvehető N-tartalmat nem mennyiségileg meghatározni, hanem csak jellemezni akarjuk, helyesebb eredményt kapunk tehát, ha csak a talaj NO₃-N-tartalmát használjuk fel erre, mintha hozzáadjuk az ellátottságot gyengébben követő NH₄-N-tartalmat is.

3. A talaj NO₃-N-tartalma állandóan és gyorsan változik. Mivel mikrobiológiai tevékenység eredménye, minden hatással van rá, ami a mikrobiológiai tevékenységet befolyásolja. Hogyan lehet akkor ezzel a N-ellátottságot jellemezni, hiszen a mért érték nyilvánvalóan csak a mintavételi időpontban meglévő állapotot jellemzi, nem pedig általában a talajt? Ennek szemléltetésére mutatom be az 1. ábrát. Látható, hogy csak a nedves mintából

4. táblázat

A N-veszteség számítása

$$N\text{-veszteség} = \text{Téli } N\text{-veszteség} + N\text{-veszteség tenyészidőben}$$

$$\text{Téli } N\text{-veszteség} = NO_3\text{-}N \text{ ősszel} + \text{ősz } N\text{-műtrágya} - NO_3\text{-}N \text{ tavasszal}$$

$$N\text{-veszteség tenyészidőben} = NO_3\text{-}N \text{ tavasszal} + \text{tavaszi } N\text{-műtrágya} - \text{a növény } N\text{-igénye}$$

Behelyettesítve:

$$N\text{-veszteség} = NO_3\text{-}N \text{ ősszel} + \text{ősz } N\text{-műtrágya} + \text{tavaszi } N\text{-műtrágya} - \text{a növény } N\text{-igénye}$$

5. táblázat

A N-veszteség nagysága réti és homoktalajon

N-műtrágyaadag ősszel, N kg/ha	NO ₃ -N ősszel	N-igény	N-veszteség
	N kg/ha		
Réti talaj	Öntözés nélkül		
0	60,2	79,2	- 19,0
60	60,2	79,4	40,8
120	60,2	82,1	98,1
180	60,2	82,2	158,0
240	60,2	84,7	215,5
300	60,2	79,5	280,7
	Öntözve		
0	87,0	109,1	- 22,1
60	87,0	121,0	26,0
120	87,0	123,4	83,6
180	87,0	123,3	143,7
240	87,0	124,0	203,0
300	87,0	116,1	270,9
Homoktalaj	Öntözve		
60	8,2	75,2	- 7,0
120	8,2	78,1	50,1
180	8,2	79,0	109,2
240	8,2	80,2	168,0
300	8,2	77,8	230,4

történő gyors NO₃-N-meghatározás mutatja a pillanatnyi állapotot. A szárított, szabványos módon előkészített talajmintából meghatározott NO₃-N-tartalom nagy szórással, de végeredményben az adott talajra jellemző, az évszakok sincsenek rá statisztikailag igazolható hatással.

4. Különböző nitrogénműtrágyákat használunk, amelyekben a nitrogén lehet NO₃⁻-, NO₄⁺-, NH₃, amid- vagy akár aminos formában is. Ha csak a nitrátot mérjük, mennyiben

befolyásolja a nitrogénműtrágya $\text{NO}_3\text{-N}$ -tartalmát? Vizsgálataink szerint ilyen szempontból a legkülönbözőbb nitrogénműtrágyák is azonosan viselkednek (3. táblázat).

Összefoglalva: jelenleg a talaj nitráttartalmának meghatározása alkalmas lehet arra, hogy elfogadható pontossággal, a gyakorlat igényeinek megfelelően becsüljük a nitrogénműtrágya-adagot.

A becslés módszere, hasonlóan a többi tápeleméhez, az lehet, hogy a nitrátvizsgálati eredményeket szabadföldi kísérletekkel kalibráljuk. A számítás módszere többféle lehet. Ha a kalibrálás jó, a végeredményt tekintve a módszer lényegtelen. Szemléletes, ha a mért $\text{NO}_3\text{-N}$ -értékeket kg/ha-ra számolják át, mint ezt a bemutatott táblázatoknál is láttuk. Tudni kell azonban, hogy ezek nem valós, kvantitatív értékek, hanem csak jellemző számoknak tekinthetők. Az így számított értékek alkalmasak a N-veszteségek becslésére is (4. táblázat). Az ilyen módon definiált N-veszteséget számítottuk ki néhány kísérletben. Ezeket mutatja az 5. táblázat. Annak ellenére, hogy a ténylegesen veszendőbe ment nitrogénmennyiség nem egyezik meg számszerűen a táblázatokban feltüntetettel, az arányok nagyon szembeötlőek. A maximális termés réti talajon 0—60 kg N/ha, homoktalajon 120—180 kg N/ha között volt. Látható, hogy a szükséges műtrágyaadagok fölött rohamosan nő a N-veszteség.

A talaj $\text{NO}_3\text{-N}$ -tartalma vizsgálatának alapvető célját tehát úgy foglalhatjuk össze, hogy fel kell deríteni vele a nitráttal különösen „szennyezett” területeket, és legalább ott meg kell akadályozni, hogy a szükségesnél nagyobb műtrágyaadagokat juttassanak ki.